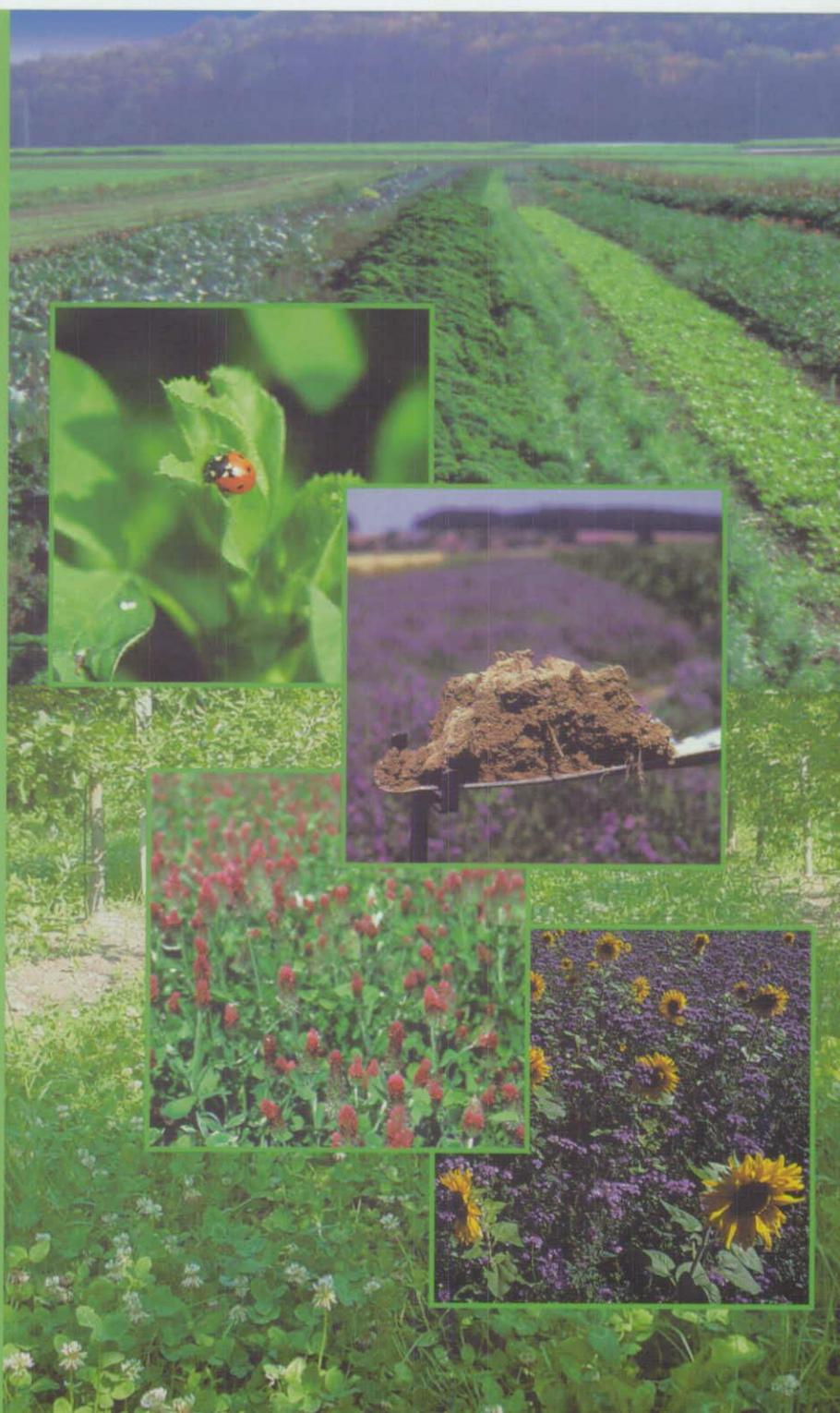


Los Abonos Verdes: clave para el éxito de la producción orgánica

Pocas prácticas culturales de la agricultura presentan tantas ventajas para la producción orgánica como el uso de los abonos verdes. Ellos suministran una gran cantidad de nutrientes, ayudan al control de las malezas y a la regulación natural de plagas y enfermedades. Para aprovechar al máximo su potencial se requiere una buena planificación y un manejo adecuado.

Este folleto presenta los beneficios de los abonos verdes, las técnicas para su implementación y las principales especies y mezclas utilizables en Chile como abono verde para los cultivos anuales, hortalizas, frutales y vides.

Este documento es resultado de la traducción y adaptación a la realidad chilena del folleto "Gründüngungen: Schlüssel zum erfolgreichen Biogemüsebau" publicado en 2000 por el Forschungsinstitut für biologischen Landbau (Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica, FiBL), de Suiza. La publicación es una iniciativa de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL) y la Agrupación de Agricultura Orgánica de Chile (AAOCh).



Diez buenas razones para usar abonos verdes

1. Enriquecen el suelo con nutrientes, especialmente nitrógeno

Los compuestos exudados por las raíces de los abonos verdes son una fuente de nutrientes para los organismos del suelo y esta gran actividad microbiológica es la que proporciona nutrientes disponibles para las plantas. Algunas especies de arraigamiento profundo movilizan nutrientes de diferentes estratos a la superficie del suelo.

Si se utilizan leguminosas como abonos verdes, además de los beneficios señalados, el suelo se enriquece con nitrógeno que extraen del aire. La cantidad de nitrógeno que pueden fijar depende fundamentalmente del tipo de planta, del tiempo de permanencia en el terreno, de la biomasa producida y de las condiciones nutricionales del suelo, especialmente del contenido de nitrógeno mineral.

- *Tipo de especie utilizada:* las leguminosas o las mezclas que las incluyen incorporan nitrógeno (N) obtenido del aire, a diferencia de las gramíneas y las brassicáceas (crucíferas) que sólo aportan el nitrógeno que han extraído del suelo.
- *Permanencia:* una leguminosa que se establece en el terreno por más de seis meses fija una mayor cantidad de nitrógeno.
- *Edad de las plantas:* mientras más joven sea el abono verde y menor sea la relación carbón-nitrógeno C/N (poco lignificado), más rápida será la mineralización del N. Con relaciones C/N bajas puede transformarse hasta un 80% del nitrógeno contenido en el abono verde en un tiempo muy corto (nueve semanas), dependiendo de la temperatura y humedad. La velocidad de mineralización aumenta a mayor temperatura, siempre que ésta no afecte la vida de los microorganismos mineralizadores.
- *Contenido de nitrógeno:* si el suelo es rico en nitrógeno mineral, las leguminosas extraen del aire menor cantidad.

Cálculo de la producción de N

Por cada kg de materia orgánica fresca producida en un metro cuadrado, un abono verde con leguminosa produce, al menos, 40 kg N neto/ha. Un abono verde no leguminosa puede acumular unos 25 kg N/ha, extrayéndolo del suelo y devolviéndolo cuando es incorporado y mineralizado.

En condiciones favorables se puede disponer de al menos 100 kg de nitrógeno por hectárea por fijación simbiótica.

Se recomienda que la incorporación del abono verde se realice superficialmente y en forma homogénea.

2. Mejoran la estructura del suelo

La materia orgánica convertida en humus por la acción de los microorganismos y por reacciones naturales de síntesis bioquímicas favorece la formación de agregados estables y a la vez recubre las partículas minerales del suelo.

Los abonos verdes mejoran notablemente la estructura del suelo, lo que permite una mayor infiltración del agua y exploración radicular, aumentando la eficiencia de absorción de nutrientes como el fósforo (P) y potasio (K). Algunos, como la canola (raps) y la alfalfa, pueden cambiar la estructura de suelos compactados después de un subsolado.

Por ello, los abonos verdes son especialmente útiles en suelos de estructura débil y pobres en humus.



Mientras más tiempo permanezca un abono verde en el suelo, el efecto sobre la estructura será más permanente.

3. Evitan la erosión del suelo

Una cobertura vegetal bien tupida y la parte superficial del suelo con alta densidad de raíces ayuda a detener el arrastre de suelo provocado por el agua y el viento. El aporte de materia orgánica que se agrega mejora la estructura del suelo y reduce la pérdida de las partículas orgánicas e inorgánicas más pequeñas por escurrimiento superficial.

Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

La Fundación para la Innovación Agraria, del Ministerio de Agricultura de Chile, tiene la función de impulsar la innovación en las distintas actividades de la agricultura, para contribuir a su modernización y fortalecimiento.

Centro de Documentación en Santiago: Fidel Oteiza 1956, Of. 21, Providencia
Fono/Fax (56-2) 4313030 E-mail: fia@fia.gob.cl Internet: www.fia.gob.cl

Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL)

Es un organismo no lucrativo cuyo objetivo principal es el desarrollo y el fomento de la agricultura orgánica a nivel internacional.

Ackerstrasse CH-5070, Frick, Suiza
Fono (0041-62) 8657272 E-mail: lukas.kilcher@fibl.ch Internet: www.fibl.ch

Agrupación de Agricultura Orgánica de Chile (AAOCh)

La misión de la AAOCh es desarrollar la agricultura orgánica en el país, considerando aspectos éticos, ambientales, sociales y económicos.

Avda. Ricardo Cumming 90, 4º piso, Santiago
Fono/Fax (56-2) 6882856 E-mail: agrupacionorganica@terra.cl
Internet: www.agrupacionorganica.cl

El presente documento fue adaptado a la realidad chilena por los ingenieros agrónomos Cristián Valdívieso, Horacio Urzúa y Claudia Bonomelli, con la colaboración de Miguel Ellena, de INIA, y Lukas Kilcher, de FiBL.

4. Pueden preservar los nutrientes de la lixiviación

En otoño, cuando el suelo está caliente, la mineralización de la materia orgánica se realiza en forma muy rápida y aumenta la cantidad de nitrógeno soluble. Si el nitrógeno así mineralizado no es absorbido por las plantas puede perderse con las lluvias de otoño e invierno y, en determinadas situaciones, puede contaminar las napas subterráneas y cursos de agua. Los abonos verdes como la canola, la avena y el centeno pueden evitar la lixiviación de la mayor parte del nitrógeno soluble.

5. Estimulan la actividad biológica

Las exudaciones de las raíces y la biomasa incorporada al suelo alimentan a las lombrices de tierra y a los numerosos organismos del suelo. Ellos son un elemento fundamental para la fertilidad, puesto que cierran los ciclos de nutrientes, descomponen la materia orgánica transformando una parte en humus y otra en elementos fertilizantes directamente asimilables por las plantas.

6. Mejoran las condiciones para la protección fitosanitaria natural

Los abonos verdes con flores vistosas favorecen la llegada de organismos benéficos que controlan plagas. En general, aumentan la capacidad del suelo para contrarrestar enfermedades. Ciertas especies actúan como plantas antagonistas contra algunos nemátodos.

No obstante, el cultivo de abonos verdes puede fomentar también el desarrollo de algunas plagas como las babosas y ciertas larvas de moscas.

7. Controlan las malezas

Los abonos verdes sembrados en alta densidad compiten con las malezas por luz, agua y nutrientes y pueden evitar su desarrollo, distribución y semillado.



Las especies de abonos verdes de rápido crecimiento, como lupino, vicia, trébol alejandrino, avena, centeno y ballicas tienen una buena capacidad para competir con las malezas.

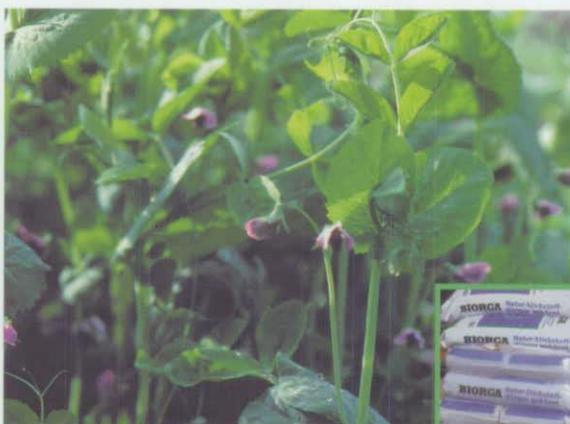
8. Constituyen un fertilizante adecuado

100 kg de nitrógeno neto aportados por los abonos verdes equivalen a 217 kilos de úrea. Si el kilo de úrea cuesta \$181, los 100 kilos de nitrógeno aportados por los abonos verdes representan un ahorro de \$40.000.

100 kilos de nitrógeno neto aportados por los abonos verdes equivalen a 625 kilos de nitrato de sodio. Si su precio es de \$167 el kilo, el ahorro es de \$100.000.

100 kilos de nitrógeno neto aportados por los abonos verdes equivalen a 5.000 kilos de guano seco de caballo. Si el precio de éste es de \$33 el kilo, el ahorro es de \$165.000.

Asimismo, si los abonos verdes se aplican para reemplazar el uso de un fertilizante comercial de tipo orgánico, que contiene 2% de N y que vale \$90 el kilo, el ahorro es de \$450.000



Además de los grandes beneficios ya señalados, los abonos verdes constituyen un ahorro y pueden reemplazar parcial o totalmente a los fertilizantes nitrogenados comerciales.



Si se desea utilizar fertilizantes que se ofrecen en el comercio es indispensable consultar previamente con la empresa certificadora.

9. Permiten cumplir las normativas orgánicas

Los reglamentos y las normas orgánicas recomiendan que se asegure una productividad sustentable, evitando la erosión del suelo y la lixiviación de nutrientes y, dentro de lo posible, mantener una buena cobertura del suelo.

Algunas normas privadas, como por ejemplo Bio Suisse, exigen una cobertura vegetal total, sin sectores descubiertos. En la producción de hortalizas orgánicas se recomienda que la superficie en rotación tenga como mínimo un 10% de cobertura vegetal permanente.

10. Permiten un uso parcial de producción forrajera

Ciertos abonos verdes también pueden ser usados como forraje para el ganado. Sin embargo, se debe evaluar su aporte como fertilizante si el forraje se cosecha y se saca del ecosistema.

Los abonos verdes: desde la siembra a su incorporación

A. Planificación

Cultivos anuales y hortalizas: establecer la rotación

Los abonos verdes deben considerarse como siembras importantes y por eso deben ser incluidos en la planificación de la rotación. Esto permite:

Evitar la transmisión de agentes patógenos

- Algunas plagas y enfermedades, como la Sclerotinia, diversas pudriciones, nemátodos, polvillos, fusariosis y hernia de la col, pueden permanecer en el terreno, por lo que es necesario realizar rotaciones para no repetir en el mismo suelo cultivos que sean atacados por las mismas plagas. Así, por ejemplo, para evitar la hernia de la col, no deben sembrarse brasicáceas como abonos verdes. Esta enfermedad se presenta en suelos ácidos, mal drenados y con temperaturas superiores a 20°.
- Incluir en la rotación gramíneas que son "limpiadoras", como centeno, avena o ballicas.
- Si se va a sembrar porotos o arvejas no conviene utilizar abonos verdes de la misma familia (leguminosas), como tréboles, alfalfa, vicia o lupino. Se requiere, como mínimo, una separación de dos años.

Evitar el riesgo de invasión

- Después de abonos verdes que duren más de 12 meses, como ballica italiana o alfalfa, escoger cultivos escardados como crucíferas o papas, y no programar cultivos que hagan difícil el control de malezas.
- Entre las gramíneas, la ballica inglesa (*Lolium perenne*) es la que presenta menores problemas de invadir el cultivo siguiente.

Ejemplos de abonos verdes en cultivos anuales y hortalizas y ubicación en la rotación

Cultivo	Abono verde	Cultivo siguiente
Maíz	Mezcla avena/vicia	Zapallo
Papas	Trébol alejandrino	Maíz o trigo
Trigo	Mezcla trébol rosado /ballica italiana	Remolacha u otro cultivo escardado
Cebolla	Mezcla centeno/vicia	Repollo u otra brasicéa

Ejemplos de abonos verdes en frutales, vid y otros cultivos permanentes

Cultivo permanente	Abono verde
Vid	Mezcla avena / vicia
	Vicia
Cerezo	Mezcla vicia / centeno
	Mezcla lupino / centeno
	Mezcla trébol rosado / ballica o avena
	Mezcla haba / centeno o avena
Manzano	Mezcla centeno / canola
	Mezcla lupino / ballica
Durazno	Mezcla avena / vicia
	Arveja
Frambuesa	Mezcla avena / vicia
Espárrago	Lupino
	Mezcla lupino / centeno

Frutales y vides: determinar las especies y épocas de siembra adecuadas

- Tomar en cuenta el sistema radicular según especie, variedad y edad de la plantación.
- Considerar las necesidades de agua del cultivo principal y del abono verde, para que no compitan.
- De preferencia, elegir leguminosas anuales o mezclas que las incluyan.
- Asegurarse de la disponibilidad en el mercado de semillas y mezclas, y calcular su costo.

B. Fertilización

En los cultivos anuales y hortalizas, los estiércoles y el compost pueden aplicarse sin problemas a los abonos verdes

- El compost y el estiércol destinados al cultivo principal pueden ser adelantados y aplicados al abono verde. De este modo, si ocurriera una inmovilización del N no afectará al cultivo posterior.
- Los guanos y el compost para los abonos verdes deben ser distribuidos antes de la preparación del suelo.
- Aplicar los purines sólo a los abonos verdes que tengan una alta proporción de gramíneas, idealmente después de un corte o antes de la rotura e incorporación.
- De ser necesario el encalado para regular el pH, hacerlo antes de establecer el abono verde.

En los frutales, vid u otros cultivos permanentes, se procede de acuerdo a los resultados de los análisis de suelo. Si hay deficiencia en nutrientes que no aportarán los abonos verdes, se deben entregar antes de su establecimiento.

C. Preparación del suelo

Cultivos anuales y hortalizas

- Trabajar el suelo en profundidad usando arado y rastra. Si el cultivo anterior dejó muchos rastros, los restos se incorporan superficialmente con una de las pasadas.
- Si existe tendencia a la compactación, soltar el suelo en profundidad, por ejemplo, con un arado subsolador, con el suelo seco. Luego procurar una buena estructura mediante un abono verde de arraigamiento profundo (alfalfa, trébol rosado por varios años o canola por menos tiempo).
- En suelos medianamente pesados a pesados (arcillosos), utilizar una rastra rotativa o rotor de dientes a velocidad moderada. En suelos livianos o con buena estructura, utilizar rastra de clavos o similar.
- Para una emergencia uniforme y rápida del abono verde, se debe asegurar un buen drenaje.

Frutales y vides

- Preparar el suelo entre hileras según la costumbre. Además de preparar el suelo se busca disminuir la presión de las malezas.
- La época de preparación del suelo depende de la zona y de las especies que se sembrarán. En general se realiza en otoño o comienzos de invierno.
- Si es necesario, regar previamente.

Si es posible, desmalezar

- Después de la emergencia de las malezas, limpiar a 2-4 cm de profundidad



La sembradora combinada con rodillo es especialmente eficiente para establecer los abonos verdes asegurando una emergencia uniforme de las plantas.

D. Siembra

Tanto en los cultivos anuales como en los permanentes, se requiere:

Tener una población vegetal densa para que compita con las malezas. Para ello es necesario:

- Escoger abonos verdes de rápido crecimiento y resistentes a las heladas: trébol alejandrino, ballica inglesa o canola, por ejemplo.
- Respetar las fechas de siembra: un abono verde poco desarrollado puede provocar más erosión y lixiviación que un cultivo con buen desarrollo radicular.
- Utilizar sembradoras adecuadas: pueden ser en líneas, a chorro continuo, con un mínimo espacio entre hileras. También se puede sembrar al voleo a mano o utilizando una desparramadora de guano.

Asegurar una germinación uniforme. Para ello es necesario:

- Respetar una profundidad mínima de siembra de 2 cm, independientemente del sistema de siembra, y considerar los requerimientos de cada una de las especies y variedades.
- En el caso de siembras manuales al voleo, es imprescindible pasar rodillo para incorporarlas superficialmente en el suelo.
- Siempre que sea posible, apisonar con una pasada de rodillo para reducir terrones.

Utilizar semilla de acuerdo a la normativa orgánica

- Emplear semilla orgánica. Si no hay disponible en el comercio, utilizar semilla convencional que no haya sido tratada con sustancias de origen químico sintético.

E. Manejo

En los cultivos anuales y en los permanentes:

Regar si es necesario

- Se requiere contar con suficiente humedad para asegurar que el abono verde se establezca parejo y denso, especialmente desde la siembra al estado de 4ª hoja verdadera.
- Continuar regando, en caso de sequía o falta de lluvias en invierno.

Controlar las malezas

- Conviene realizar un corte de limpieza al comenzar la floración de las malezas, cuando ejerzan alta presión y el abono verde se encuentre con poco crecimiento.
- Realizar el corte a suficiente altura para no dañar el desarrollo del abono verde. La alfalfa y algunas variedades de tréboles son especialmente sensibles a cortes muy bajos.

Tomar medidas para controlar babosas y caracoles

- Los abonos verdes que permanecen durante el invierno pueden favorecer la aparición de babosas (chapes) y caracoles. Donde existe riesgo de invasión, como en los cítricos, o cuando el cultivo siguiente es sensible, como por ejemplo lentejas, incorporar el abono verde a finales de invierno.

F. Corte e incorporación

Corte

- Los mayores aportes de nitrógeno se logran al cortar las gramíneas antes de la aparición de la panoja y los tréboles al inicio de la floración.
- No cortar en plena floración, para no impedir la actividad de los insectos.
- Un corte alto (8 a 10 cm.) en las especies de larga duración estimula un nuevo crecimiento vigoroso.
- Cuando el abono verde se utiliza para la alimentación de animales puede ser cortado o bien pastoreado directamente. En ambos casos hay que cuidar la humedad del suelo para evitar la compactación por el tránsito de la maquinaria o el pisoteo de los animales



Se aconseja segar varias veces un abono verde que permanece largo tiempo en terreno.

Incorporar los abonos verdes adecuadamente

- Evitar que los abonos verdes queden enterrados en capas espesas sin aire, pues se corre el riesgo de una fermentación anaeróbica. Una incorporación inapropiada anula los efectos positivos.

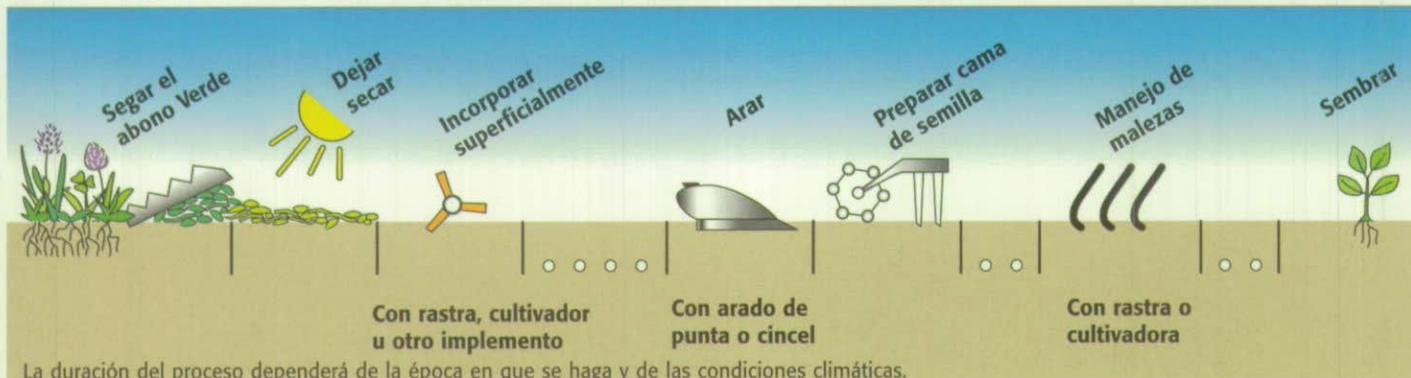
En las hortalizas y cultivos anuales

- Mantener un intervalo mínimo de 3 semanas entre la incorporación del abono verde y la siembra del cultivo que sigue en la rotación, con el objeto de dar tiempo a que la materia fresca sea transformada en productos absorbibles por las plantas, minimizar el riesgo de invasión del abono verde al nuevo cultivo y alcanzar una adecuada estructura del suelo para el cultivo siguiente.

Gráfica en pág. siguiente

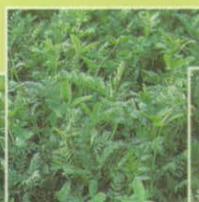


Ejemplo del proceso de incorporación de los abonos verdes en cultivos en rotación



En caso de cultivos permanentes, el abono verde se siega y se deja como mulch o bien se incorpora superficialmente.

Descripción de los abonos verdes



Abonos verdes de corta duración (anuales)

- Plantas anuales
- Apropriadadas para frutales, vides, cultivos anuales y hortalizas
- Las siembras tempranas favorecen su establecimiento con suficiente humedad
- Son resistentes al frío, pero su desarrollo es diferente en cada especie

Denominación	Vicia atropurpurea	Arveja	Haba	Avena	Ballica Italiana	Centeno
Nombre científico	V. benghalensis	Pisum sativum	Vicia faba	Avena sativa	Lolium multiflorum	Secale cereale
Características	> de 300 mm de lluvia o riego artificial	> de 450 mm o riego artificial	> de 450 mm o riego artificial	> de 300 mm	>300 mm	>300 mm
Limitaciones en la rotación	No antes de porotos o arvejas	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Fijación de N (*)	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Rebrote después de la siega	No	No	No	Sí	Sí, bianual	Sí
Control de malezas	Sí	Regular	Sí	Sí	Sí	Sí
Uso como forraje	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Precio (kg.) (**)	\$ \$ \$	\$ \$ \$ \$ \$ \$	\$ \$ \$	\$	\$ \$ \$ \$	\$ \$
Dosis de semilla (kg/ha)	80-100 sola 40-50 mezcla	80-100	35-40	80-100 mezcla	30 sola 20 mezcla	180 sola
Observaciones	Se puede mezclar con avena (50%)		Gran producción de biomasa	Se puede mezclar con vicia o trébol alejandrino	Se asocia con T. Alejandrino y vicia	Se da bien en suelos pobres

* En el caso de las leguminosas, es recomendable inocular con cepas específicas de Rhizobios. La primera vez es indispensable.

** Depende del manejo: altura y frecuencia de corte

*** \$ menos de 200 pesos; \$ \$ de 201 a 500 pesos; \$ \$ \$ de 501 a 1000 pesos; \$ \$ \$ \$ de 1.001 a 1.500 pesos; \$ \$ \$ \$ \$ de 1.501 a 2.000 pesos; \$ \$ \$ \$ \$ \$ de 2.001 a 3.000 pesos; \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ más de 3.001 pesos.

El mercado ofrece mezclas de avena, ballica, vicia y trébol persa, que se recomienda sembrar en otoño para obtener un buen crecimiento invernal. Para siembras tempranas o zonas sin helada se recomienda una mezcla de crucifera y mostaza.

Qué conviene más: ¿sembrar mezclas o una sola especie?

La siembra de una sola especie

- Generalmente es más económica.
- Su manejo es simple.
- Es conveniente, si se desea una rápida y fácil incorporación al suelo.
- Es conveniente antes de cultivos exigentes, como papa, maíz o zapallo.
- En hortalizas, se aconseja escoger una sola especie de rápido crecimiento, buena cobertura del suelo y alta producción de materia verde.
- En cultivos anuales, permite utilizar el suelo en lugar de dejarlo descubierto o en barbecho.

Mezclas de especies

- Se aprovecha mejor la radiación solar por las diferentes arquitecturas de las plantas.
- Al tener distintos sistemas radiculares, aumenta el efecto de mejoramiento de las propiedades físicas del suelo porque alcanzan distintas profundidades. Por la misma razón, se activa la vida del suelo en todo el perfil donde se encuentran las raíces.
- Las leguminosas mezcladas con gramíneas fijan más nitrógeno que cuando están solas.
- En algunas mezclas, las gramíneas sirven de sostén a las leguminosas guadoras, aumentando la biomasa total.
- El riesgo de transmisión de enfermedades es menor.
- Resisten mejor las variaciones de las condiciones climáticas que inciden en el crecimiento.
- El control de las malezas aumenta.

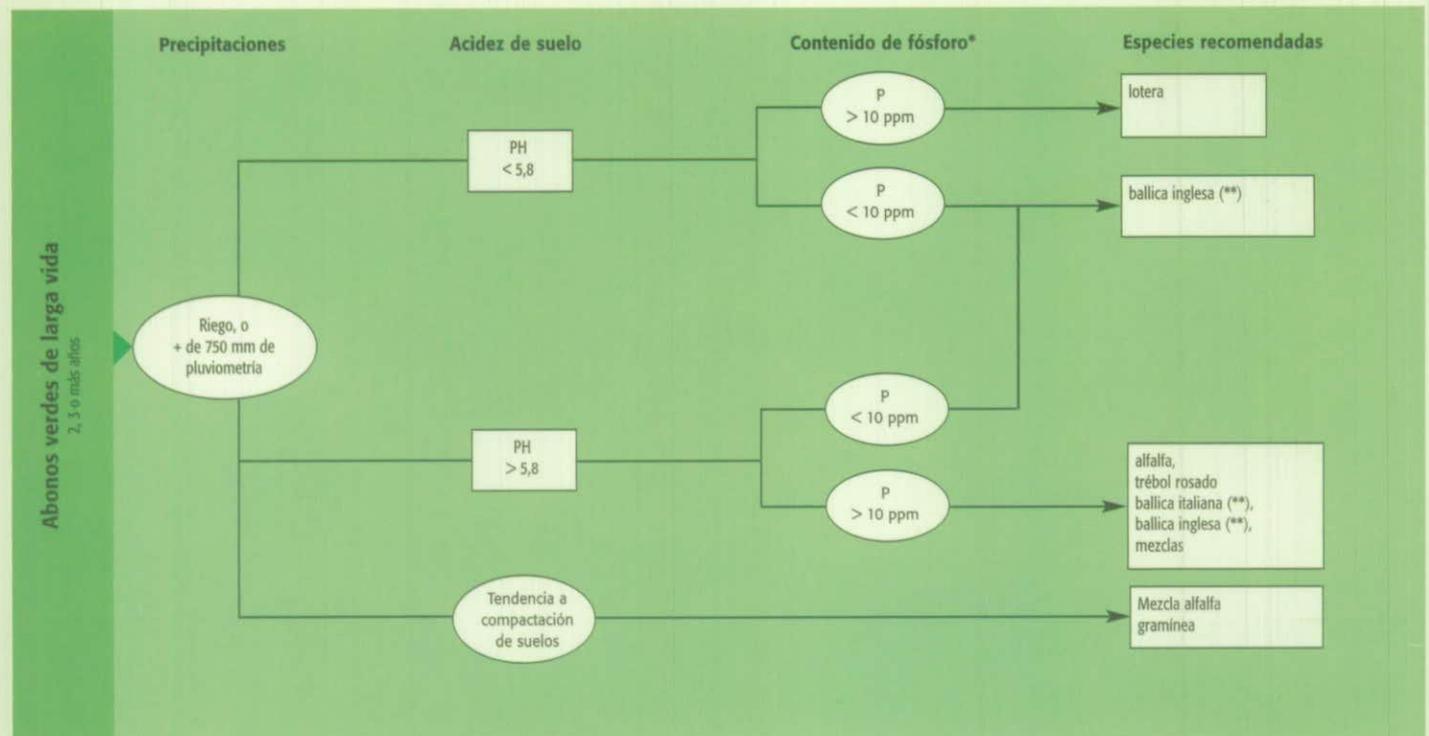
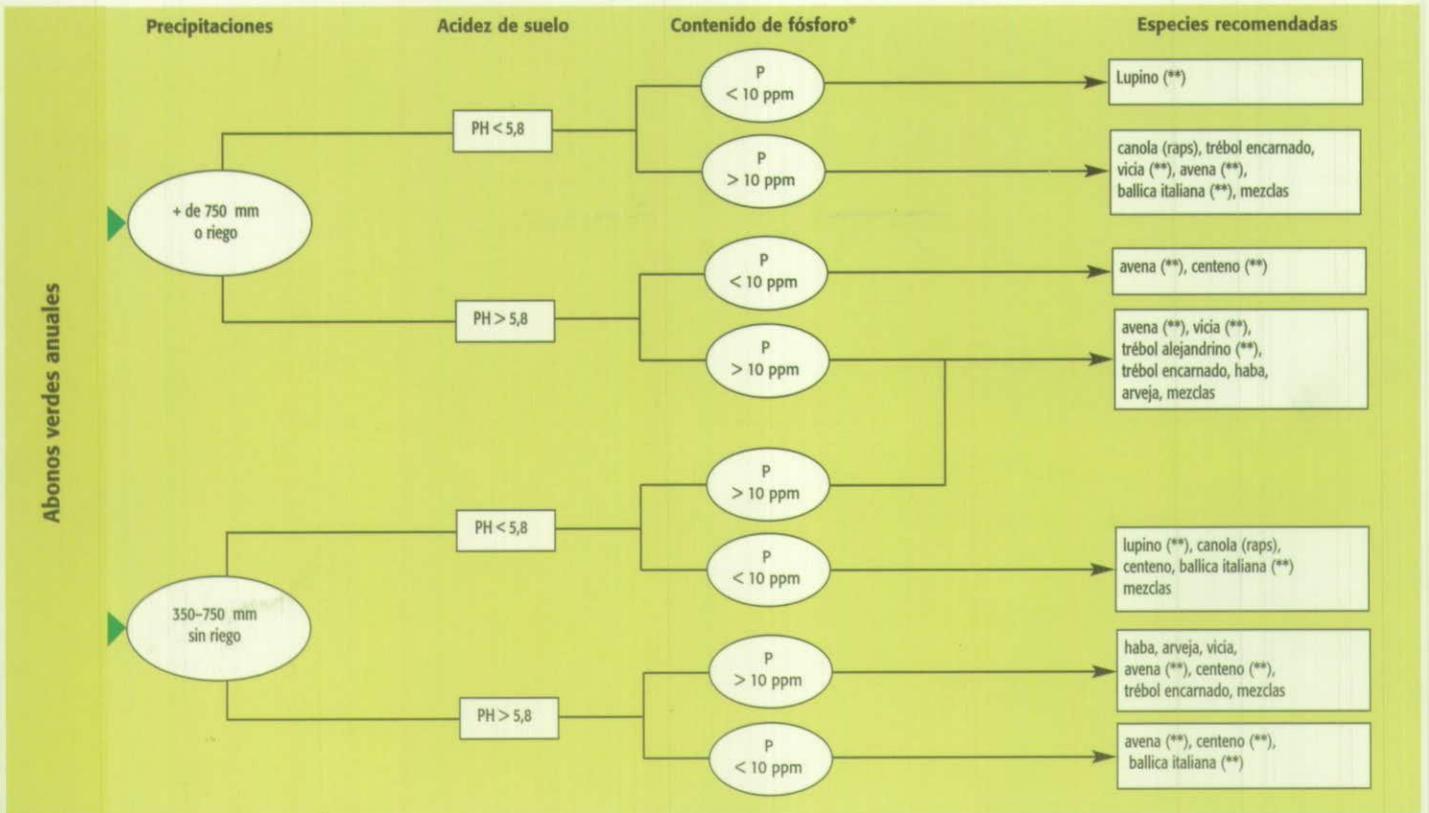


Abonos verdes de larga duración

- Especies de 2, 3 o más años.
- Apropriados para cultivos en rotación.

Lupino	Trebol Alejandrino	Canola (raps)	Trébol rosado	Alfalfa	Ballica inglesa	Lotera
Lupinus albus	T. alexandrinum	Brassica campestris oleífera	T. pratense	Medicago sativa	Lolium perenne	Lotus uliginosus
Flores azules Suelo débilmente ácido o neutro >500 mm	"Anual, ciclo invernal" No tolera heladas pH neutro o alcalino Riego		Requiere riego o más de 700 mm	Riego, clima cálido pH neutro buen drenaje P suficiente	Suelos de textura media a pesada pH liegramente ácido alta humedad	Alfalfa chilota crece en suelos ácidos y húmedo Perenne
Ninguna	Ninguna	No antes de brasicas	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
No	No	No		Sí	Sí	
Sí	Sí, excelente	Regular	Regular	Sí (**)	Regular	Sí
Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
\$	\$ \$ \$ \$ \$	\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$	\$ \$ \$ \$	\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$	\$ \$ \$ \$	\$ \$ \$ \$
80-100 sola 30 mezcla	20-25 sola 12-15 mezcla	4-5 sola 3-4 mezcla	12-15 sola 8-12 mezcla con b. Italiana o avena	15-30 sola 10-15 mezcla	25 sola 15 mezcla	12-15 sola
Libera fosfatasa que solubiliza el fósforo						Recomendada para la zona sur

Elección del abono verde adecuado a diferentes situaciones



* Fósforo expresado en miligramos por kilo (Método Olsen)

** Especies que compiten bien con las malezas